

1. リニアックによる IMRT の実際

竹本 真也
芝本 雄太

藤枝平成記念病院定位放射線治療センター

名古屋市立大学大学院医学研究科放射線医学分野

強度変調放射線治療 (intensity-modulated radiation therapy : IMRT) は、三次元原体照射の進化形であり、逆方向治療計画 (以下、インバースプランニング) に基づき、空間的、時間的に不均一な放射線強度を持つ照射ビームを多方向から照射することにより、病巣部に最適な線量分布を得る放射線治療法と定義されている。本稿では、現在わが国で最も普及しているリニアック (直線加速器) を用いた IMRT について解説する。

リニアックによる IMRT の概要

リニアックで IMRT を行う場合、ビームの線量強度を複雑に変化させるため主としてマルチリーフコリメータ (以下、MLC) が用いられる。これは独立で動作する 2.5~10mm の複数の板状の遮蔽物であり、照射野内で MLC を自在に動かして、多く照射される部分とそうでない部分をつくり出し、モザイク状に強度変調した照射野を形成する (図1)。かつ、このビームを多方向から照射することにより目的の線量強度をつくり出し、周囲の正常組織の線量を減らしつつ腫瘍部分に線量を集中することが可能となる。

この MLC の動かし方を計算するためにインバースプランニングが用いられる。CT 画像から抽出した標的体積およびリスク臓器に対し、目標となる線量分布の条件を指示し、その条件を満たすための照射線量、強度をコンピュータにより最適化する。ただし、コンピュータは指

示をしない部分にはどのように当たっていても考慮しないため、解剖とは関係のないリング状の構造を設定するなど、従来の治療計画では不要であった輪郭の設定が必要となる場合がある。標的と正常組織の位置関係によってはすぐに満足いく解が得られない場合もあり、複数の計算結果を比較する必要がある。以前はこの計算に多くの時間を要していたが、近年のコンピュータのハードウェアおよびソフトウェアの進歩に伴い、演算時間は短縮しつつある。治療計画が完成した後も、線量計やフィルムなどを用いて検証を行う必要があるため、従来の放射線治療と比べると治療開始までに時間を要するのが欠点である。

MLC を動かす方法には、multiple static segment 法 (step and shoot 法) と dynamic MLC 法 (sliding window 法) がある。前者は、MLC が静止してからビームオン・オフし、再度 MLC が動いて形状を変えた後にビームオン、と繰り返していくことで、多種類の形状の照射野を積み上げていく方法である。後

者は、ビームオンのままで MLC を連続的に動かして照射していく方法であり、前者と比較して短い時間での治療が可能となる。近年ではリーフ駆動速度の向上により、さらなる照射時間の短縮、漏えい線量の低減も実現可能となっている。ただし、いずれの場合でも MLC パターンを計算する条件によっては、極端に小さい照射野が採用され MU 値が増加し、治療時間が長くなるなどの悪影響が出る場合があるため、計画時には線量分布の確認だけでなく、MLC の動きについても注意する必要がある。

dynamic MLC を用いた技術の一つとして、irregular surface compensator 法がある。不規則な形状のターゲットに対して均一な線量分布を得ることを目的とし、主に乳房接線照射に用いられるが、IMRT の一種と見なすことができる。従来の物理ウェッジと異なり頭尾方向の補償も可能であり、患者の体型によっては有用と考えられる。また、MLC を使用せず、物理的補償フィルタによって光子線の透過率を変化させて照射する方

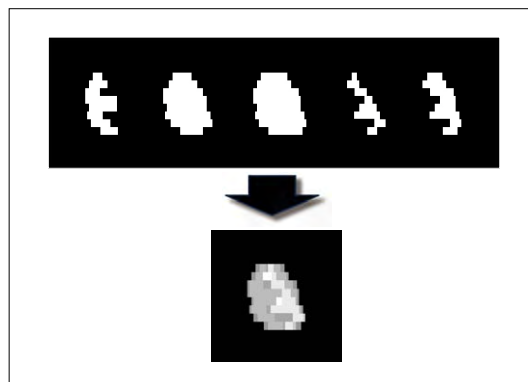


図1 MLC によってビーム強度を変化させた照射野の形成法
照射中に MLC を移動させ、モザイク状の線量分布の照射野を形成する。